

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ

Η επίδραση ενός περιοδισμένου προγράμματος άσκησης με αντιστάσεις κατά την
αγωνιστική περίοδο αθλητών καλαθοσφαίρισης σε δείκτες μεταβλητότητας
καρδιακής συχνότητας

ΤΟΥ

ΠΑΣΠΑΛΑ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΑΜ

Ακαδημαϊκός σύμβουλος

Φλουρής Ανδρέας

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται στο ακαδημαϊκό σώμα για μερική
εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του
Προγράμματος Μεταπτυχιακών σπουδών << Άσκηση και Υγεία>> της Σχολής
Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

2020

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη.....	4
Abstract	5
Εισαγωγή.....	6
Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	10
<i>Αρχές προπονητικής</i>	10
Προπόνηση με αντιστάσεις	13
Καρδιακή συχνότητα(ΚΣ).....	13
Μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ)	14
ΜΚΣ κατά την άσκηση	16
Μεθοδολογία έρευνας	19
Κριτήρια μη συμμετοχής σε μέτρηση-αποχώρησης από την έρευνα.....	19
Προπονητικό πρόγραμμα αντιστάσεων.....	19
Μέτρηση της ΜΚΣ.....	21
Στατιστική ανάλυση	22
Αποτελέσματα	22
<i>Χρονικό πεδίο</i>	22
<i>Πεδίο συχνότητας</i>	22
Μη γραμμικό πεδίο	22
Δείκτης χρονικού πεδίου SDNN	23
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	24
Βιβλιογραφία.....	27

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διατριβής μου θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν στην ολοκλήρωση αυτού του δύσκολου αλλά συνάμα ευχάριστου και άκρως ευεργετικού από πολλές απόψεις εγχειρήματος.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Φλουρή Ανδρέα για την αμέριστη συμπαράστασή του κατά τη μακρά διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας καθώς και για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μεταλαμπάδευσε και θα με ακολουθούν σε όλη τη διάρκεια της καριέρας μου σαν επιστήμονα της άσκησης.

Πολλές ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω και στους αθλητές μου που έδειξαν υψηλό βαθμό συγκέντρωσης και προσήλωσης κατά τη διάρκεια του πειραματικού μέρους. Η στήριξη του οργανισμού ΓΣ ΚΥΜΗ ήταν ύψιστης σημασίας καθώς σε μια δύσκολη καμπή της αγωνιστικής περιόδου μου έδωσαν πλήρη ελευθερία για τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους σε μια δύσκολη καμπή της αγωνιστικής περιόδου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τη γυναίκα μου ,Μαρία, για την ανιδιοτελή συμπαράσταση και υπομονή της καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Περίληψη

Εισαγωγή: Η χρήση παραμέτρων της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας είναι μια μέθοδος εκτενώς χρησιμοποιούμενη στον αθλητικό χώρο για να καταλάβουμε την επίδραση των προπονητικών επιβαρύνσεων στον αθλητή. Δεν υπάρχουν ωστόσο συγκεκριμένες κατευθύνσεις για την επίδραση συγκεκριμένων προπονητικών παρεμβάσεων αλλά και τη θέση που αγωνίζεται ο αθλητής σε δείκτες της ΜΚΣ. Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να διαπιστώσει τυχόν επιδράσεις μιας δομημένης προπονητικής παρέμβασης αλλά και της θέσης του αθλητή σε δείκτες της ΜΚΣ. **Μέθοδοι:** Δώδεκα επαγγελματίες αθλητές καλαθοσφαίρισης πήραν μέρος σε ένα πρόγραμμα προπόνησης με αντιστάσεις διάρκειας 3 εβδομάδων κατά το οποίο έγιναν 3 μετρήσεις της ΜΚΣ (πριν την έναρξη, 2 εβδομάδες μετά την έναρξη και στο τέλος του προγράμματος). **Αποτελέσματα:** Η ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά $p < 0.05$ του δείκτη SDNN μεταξύ των θέσεων αγωνίζονται οι αθλητές καθώς και μεταξύ της 2^{ης} και της 3^{ης} μέτρησης $p < 0.05$. **Συμπέρασμα:** Η παρούσα μελέτη δείχνει ότι υφίσταται ένα μοτίβο διαφοροποίησης της ΜΚΣ μέσω του δείκτη SDNN ως αποτέλεσμα της θέσης που αθλητή αλλά και της προπονητικής επιβάρυνσης που δέχεται. Περισσότερη έρευνα χρειάζεται για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σχετικά την επίδραση επικουρικών προπονητικών μεθόδων σε δείκτες της ΜΚΣ στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης κατά την αγωνιστική περίοδο.

Abstract

Introduction: Utilization of heart rate variability measures is a method widely and commonly used in the sports field. To date there are not specific guidelines regarding the effect of the playing position of the athlete as well as the effect of specialized training intervention like resistance training in measures of HRV. The goal of this study is to examine possible effect of both a structured training intervention and the playing position of the athlete in measures of HRV. **Methods:** twelve professional basketball athletes took part in a 3-week resistance training intervention during which, measurements of HRV were taken in 3 time points (before the start of the program, after 2 weeks and at the end of the program). **Results:** A statistical significant difference was found with the MANOVA method regarding playing positions ($p < 0.05$) as well as the 2nd and 3rd measurement ($p < 0.05$). **Conclusion:** The present study shows that there is a differentiating pattern of HRV, through the SDNN, regarding the playing position of the athlete and the training load that he is exposed to. More research is needed in order to construct safe recommendations regarding the effect of the playing position of the athlete and the effect of training interventions on measures of HRV in the game of basketball during the playing season.

Εισαγωγή

Η προσέλευση του αθλητή την ημέρα του αγώνα στην καλύτερη δυνατή κατάσταση από φυσιολογικής, ψυχολογικής και τεχνικοτακτικής άποψης αποτελεί ένα δυσεπίλυτο γρίφο για τους επιστήμονες της άσκησης από τις απαρχές του αθλητισμού. Για να επιτευχθεί η παραπάνω συνθήκη απαιτείται ένα σύνολο ενεργειών από τη πλευρά του επιστήμονα της άσκησης που έχοντας άμεση επαφή με τον αθλητή θα προσπαθήσει να αποκρυπτογραφήσει το πώς αντιλαμβάνεται υποκειμενικά αλλά και αντικειμενικά την όλη προπονητική διαδικασία και με τις κατάλληλες παρεμβάσεις να τον οδηγήσει στην επίτευξη βέλτιστου έργου την ημέρα του αγώνα. Η ανάγκη για μια πιο ενδεδειγμένη προσέγγιση της προπονητικής διαδικασίας αλλά και του πώς ο αθλητής την αντιλαμβάνεται γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική, καθώς το επίπεδο όλων των αθλημάτων μεγαλώνει και μαζί με αυτό και οι απαιτήσεις προς τους αθλητές. Ειδικότερα στα πολυσύνθετα ομαδικά αθλήματα όπως η καλαθοσφαίριση η ανάγκη για όσο το δυνατόν βέλτιστη καταγραφή και ερμηνεία της πολυσύνθετης φύσης τους θα οδηγήσει σε μια ακόμα καλύτερη ‘‘μετάφραση’’ των απαιτήσεων του αθλήματος σε απτά προπονητικά δεδομένα. Η καλαθοσφαίριση αποτελεί ένα άθλημα με έντονες μεταβολικές απαιτήσεις από το αερόβιο αλλά και αναερόβιο σύστημα παραγωγής ενέργειας καθώς και υψηλές φορτίσεις του νευρομυϊκού συστήματος σε όλους τους πιθανούς άξονες κίνησης με πολύπλοκα κινητικά πρότυπα. Η ανάγκη για καλύτερη κατανόηση ενός τέτοιου πολύπλοκου

αθλήματος οδηγεί στην εξεύρεση διάφορων μεθόδων αξιολόγησης μέσω διαφορετικών φυσιολογικών (μέτρηση γαλακτικού οξέος στο αίμα, μέτρηση καρδιακής συχνότητας), ψυχολογικών (αξιολόγηση ψυχολογικών χαρακτηριστικών) αλλά και προπονητικών (συνολική απόσταση που διανύθηκε, συνολικός όγκος κιλών που υπερνικήθηκε) αποκρίσεων του αθλητή. Η όλη αυτή προσπάθεια όμως δεν αποσκοπεί αποκλειστικά στη παρουσίαση ενός αθλητή που θα είναι ικανός απλά να παράξει το μέγιστο δυνατό έργο, αλλά και ενός αθλητή που κατά τη προσπάθεια του αυτή θα μείνει όσο πιο μακριά γίνεται από τραυματισμούς φυσιολογικής αλλά και ψυχολογικής άποψης.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το άθλημα της καλαθοσφαίρισης έχει μια πολυδιάστατη φύση η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε συγκεκριμένες προσαρμογές τον αθλητή σε επίπεδο μεταβολικό αλλά και νευρομυϊκό. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα η καλαθοσφαίριση αποτελεί ένα άθλημα διαλειμματικής φύσεως το οποίο εκθέτει τους αθλητές σε συχνές ενέργειες υψηλής έντασης όπως είναι οι επιταχύνσεις, οι επιβραδύνσεις, τα άλματα, οι αλλαγές κατευθύνσεων τόσο στη προπόνηση αλλά πολύ περισσότερο στον αγώνα έχοντας ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση κόπωσης τόσο σε βραχυπρόθεσμο όσο και σε μακροπρόθεσμο επίπεδο (Emilija Stojanović, 2017; Toby Edwards, 2018). Με βάση τη παραπάνω παρατήρηση λοιπόν δημιουργείται η ανάγκη για όσο το δυνατόν καλύτερη κατανόηση των προσαρμογών του αθλητή στα ερεθίσματα του αθλήματος με σκοπό τη βέλτιστη εξατομίκευση του προπονητικού προγράμματος που θα οδηγήσει στην όσο το δυνατόν καλύτερη δημιουργία μιας ιδανικής σχέσης μεταξύ του φορτίου αλλά και της απόκρισης που θα έχει ο αθλητής σε αυτή (Akubat, 2014). Η κατανόηση του πως ο αθλητής αντιλαμβάνεται, προσαρμόζεται και ανταποκρίνεται στα φορτία που δέχεται τόσο σε εσωτερικό (υποκειμενική προσέγγιση με μεγάλη διαφοροποίηση από αθλητή σε αθλητή

συνήθως) αλλά και εξωτερικό επίπεδο(αντικειμενικά μετρήσιμο μέγεθος) θα οδηγήσουν τον επιστήμονα της άσκησης στην εξαγωγή της βέλτιστης σχέσης μεταξύ φορτίου και απόκρισης (Akubat, 2014). Για να στηριχθεί λοιπόν η αθλητική απόδοση αλλά και να παραμείνει σε υψηλά και ασφαλή επίπεδα, ο ρόλος της επιστήμης της προπονητικής είναι κομβικός. Η πολυδιάστατη φύση του αθλήματος αποτελεί πρόκληση για την προπονητική επιστήμη καθώς θα πρέπει να δουλεύονται πολλά κομμάτια ταυτόχρονα τόσο σε επίπεδο φυσιολογικό όσο και σε επίπεδο τεχνικοτακτικής, τα οποία έρχονται σε ‘‘σύγκρουση’’ μεταξύ τους διότι οι προσαρμογές που προκαλούν στον αθλητή είναι διαφορετικές. Η λύση δίνεται χρησιμοποιώντας τις βασικές αρχές της προπονητικής, οι οποίες όπως θα αναλυθεί και σε επόμενο κεφάλαιο εξατομικεύουν, κατηγοριοποιούν και προσαρμόζουν τα ερεθίσματα σε επίπεδο ατόμου, ομάδας αλλά και χρονικής περιόδου.

Η τεχνολογία τα τελευταία χρόνια έχει βοηθήσει τα μέγιστα όσο αφορά τη κατανόηση των φορτίων που επιδέχεται ο αθλητής τόσο σε εσωτερικό όσο και σε εξωτερικό επίπεδο. Μέθοδοι απλοί όπως είναι η μέτρηση της απόστασης που διανύθηκε αλλά και των κιλών που υπερνικήθηκαν δίνουν τη θέση τους σε πιο σύνθετες αλλά και τεχνολογικά απαιτητικές μεθόδους όπως είναι η μέτρηση απόστασης μέσω συστημάτων όπως το GPS (Global Positioning System), η ισοκινητική δυναμομέτρηση για αξιολόγηση της δύναμης και της ισχύος κ.α.

Όσον αφορά την εκτίμηση το εσωτερικού επιπέδου προσαρμογής του αθλητή στα φορτία που υπάγεται, σταθερά θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελεί η αξιολόγηση μέσω μιας κλίμακας υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης. Πρόκειται για μια κλίμακα η οποία έχει ως σκοπό να δείξει το πώς ο αθλητής αντιλαμβάνεται το ερέθισμα που δέχεται ψυχοσωματικό επίπεδο (Borg, 1982). Πρόκειται για μια μέθοδο αξιολόγησης που έχει χρησιμοποιηθεί με παραλλαγές τόσο κλινικά (BJ, 1982) όσο

και στο τομέα της άσκησης (Johannes Scherr, 2013). Η μέθοδος αυτή δεν έχει ίχνος παρεμβατικότητας (συλλογή δείγματος όπως αίματος, πτυέλων) και συν τοις άλλοις αποτελεί και μια πολύ καλή ευκαιρία για ανάπτυξη σχέσης εμπιστοσύνης μεταξύ του επιστήμονα της άσκησης και του αθλητή.

Υπάρχουν όμως και μέθοδοι με αρκετά παρεμβατικό χαρακτήρα όπως η συλλογή αίματος και πτυέλων οι οποίες έχουν ως σκοπό μια πιο άμεση και επιστημονικά διαχειρίσιμη και μετρήσιμη καταγραφή του βιοχημικού προφίλ του αθλητή (RHT, 1983). Ενδεικτικά έχει μελετηθεί εκτενώς η απόκριση της κρεατινικής κινάσης (CK) (Montgomery, Pyne, Cox, Hopkins, Minahan, & Hunt, 2008), της κορτιζόλης (Schelling, Calleja-Gonzalez, Torres-Rinda, & Terrados, 2015) της τεστοστερόνης (Haff & Triplett, 2015) αλλά και της ανοσοσφαιρίνης A (Vahid Sari-Sarraf, 2007).

Η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας (ΚΣ) αλλά και της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ) από την άλλη να μην ενέχουν ένα βαθμό παρεμβατικότητας αλλά σε καμία περίπτωση δεν βρίσκονται στο επίπεδο των μεθόδων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Πρόκειται για ένα τρόπο καταγραφής των αποκρίσεων του καρδιαγγειακού συστήματος με αρκετά πλεονεκτήματα. Αποτελεί μια σχετικά φθηνή μέθοδο αξιολόγησης, ευρέως διαδεδομένη στο αθλητικό χώρο, φίλα προσκείμενη προς τον ίδιο τον αθλητή καθώς είναι ελάχιστα παρεμβατική όπως αναφέρθηκε (η καταγραφή γίνεται μέσω πομπού ο οποίος τοποθετείται γύρω από το στήθος του αθλητή) και συν τοις άλλοις δίνει άμεσα αποτέλεσμα διαθέσιμο στον επιστήμονα της άσκησης αλλά και σε μεγάλο βαθμό κατανοητό από τον ίδιο τον αθλητή. Η μελέτη της απόκρισης της καρδιακής συχνότητας είναι εκτενής στο τομέα του αθλητισμού τόσο σε ατομικό επίπεδο (M. I. Lambert, 1998) αλλά και ομαδικό επίπεδο (JORDAN L. FOX, 2017). Λόγω της σημαντικής συσχέτισης της καρδιακής συχνότητας με άλλες σημαντικές φυσιολογικά μετρήσιμες αποκρίσεις όπως η

πρόσληψη οξυγόνου (Strath SJ, 2000), και λιγότερο η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος όπου υπάρχουν ορισμένα αντικρουόμενα ερευνητικά αποτελέσματα (Garcia-Tabar, Llodio, Sánchez-Medina, Ruesta, Ibañez, & Gorostiaga, 2015; Dionne Matthew, 2009).

Η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί μια προσπάθεια καταγραφής και κατανόησης της επίδρασης που έχει ένα περιορισμένο πρωτόκολλο προπόνησης με αντιστάσεις τριών (3) εβδομάδων σε φυσιολογικές αποκρίσεις του αθλητή (ΚΣ, ΜΚΣ) κατά την αγωνιστική περίοδο μιας επαγγελματικής ομάδας καλαθοσφαίρισης πρώτης εθνικής κατηγορίας (Basket League). Σκοπός της μελέτης είναι η προσπάθεια κατανόησης σε πραγματικό χρόνο και συνθήκες της επίδρασης μιας επικουρικής προπονητικής παρέμβασης (προπόνηση με αντιστάσεις) σε μεγέθη που έμμεσα αξιολογούν την ετοιμότητα του αθλητή να εκτεθεί σε στρεσογόνα ερεθίσματα αλλά και τη διαχείριση αυτών καθώς και τυχόν διαφορές μέσα στο ίδιο το σύνολο της ομάδας.

Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Αρχές προπονητικής

Η ύπαρξη ενός προπονητικού πλάνου το οποίο διέπεται από συγκεκριμένες αρχές είναι αυτό που θα οδηγήσει τον αθλητή σε όσο το δυνατόν βέλτιστη απόδοση στο άθλημα του. Οι βασικές αρχές δόμησης ενός προπονητικού πλάνου όπως αυτές ορίζονται στη διεθνή βιβλιογραφία (GG Haff, 2015; Jared W. Coburn, 2011):

A) αρχή της συγκεκριμενοποίησης (principle of specificity)

B) αρχή της υπερφόρτωσης (principle of overload)

Γ) αρχή της διαφοροποίησης (principle of variation)

Δ) αρχή της κλιμάκωσης (principle of progression)

Οι παραπάνω αρχές συνδυάζονται σε ένα μακροπρόθεσμο προπονητικό πλάνο (μακρόκυκλος) το οποίο έχει ως απώτερο σκοπό τη διατήρηση τη αθλητικής απόδοσης σε υψηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου. Ο συνδυασμός των παραπάνω αρχών γίνεται μέσω ενός ‘‘αλγόριθμου’’ που χρησιμοποιεί η επιστήμη της προπονητικής, του περιοδισμού. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται από τους Fleck και Kraemer (Steven J Fleck, 2004) ‘‘ ο όρος περιοδισμός αναφέρεται στις προγραμματισμένες αλλαγές των παραμέτρων της προπόνησης όπως η επιλογή των ασκήσεων, σειρά εκτέλεσης τους, ο αριθμός των σειρών, ο αριθμός των επαναλήψεων σε κάθε σειρά, ο χρόνος ανάπαυσης μεταξύ των σειρών και των ασκήσεων, η ένταση της άσκησης και αριθμός των προπονητικών μονάδων σε κάθε ημέρα, με σκοπό την επίτευξη συνεχόμενων και βέλτιστων προπονητικών προσαρμογών’’. Τα οφέλη μια περιοδισμένης προπονητικής προσέγγισης έχουν διαπιστωθεί και τεκμηριωθεί ερευνητικά τόσο σε σχέση με μια περιοδισμένης προσέγγιση όσον αφορά συγκεκριμένους τομείς της φυσικής κατάστασης (Tyler D. Williams, 2017; Matthew R. Rhea, 2004) όσο και στη διαδικασία απόκτησης συγκεκριμένων αθλητικών δεξιοτήτων (Fabian W. Otte, 2019). Η συνεχής προσπάθεια για βέλτιστη απόδοση οδηγεί όπως είναι λογικό σε εντατική προπόνηση. Δεν θα ήταν όμως ούτε ηθική αλλά και ούτε επιστημονικά τεκμηριωμένη μια προπονητική προσέγγιση που θα οδηγούσε τον αθλητή στα φυσιολογικά και ψυχολογικά όρια του καθ' όλη τη διάρκεια του μακρόκυκλου. Χρησιμοποιώντας κατάλληλα την προπονητική αρχή της υπερφόρτωσης (overload principle) ο αθλητής οδηγείται σε μια κατάσταση φυσιολογικής ‘‘υπερφόρτωσης’’ (overreaching). Στη βιβλιογραφία συναντάται πολλές φορές με τον όρο ‘‘λειτουργική υπερφόρτωση’’ (functional overreaching) για να δηλωθεί και να διαχωριστεί από τη

μη λειτουργική υπερφόρτωση (non functional overreaching) η οποία δεν αποτελεί απότοκο μιας δομημένης προπονητικής προσέγγισης και έχει αρνητικά αποτελέσματα στην αθλητική απόδοση (NUNO F. MATOS, 2011). Πιο συγκεκριμένα ο όρος υπερφόρτωση αναφέρεται σε μια συστηματική προσπάθεια να φορτωθεί παραπάνω ο αθλητής, γεγονός που θα του επιτρέψει να προσαρμοστεί ακόμη περισσότερο στο προπονητικό ερέθισμα, πέρα από το συγκεκριμένο επίπεδο που επιτυγχάνεται κατά τη περίοδο μιας έντονης φόρτωσης (Jack H. Willmore, 2006).

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην προσέγγιση του περιοδισμού παίζει και η λογική του “φορμαρίσματος” (tapering). Η λογική λοιπόν του φορμαρίσματος εφαρμόζεται σε μια συγκεκριμένη περίοδο στο μακρόκυκλο του προπονητικού πλάνου όπου κατά τη περίοδο αυτή υπάρχει μια στοχευμένη μείωση των προπονητικών επιβαρύνσεων (ένταση, όγκος αλλά ακόμα και συχνότητα προπόνησης) έτσι ώστε να δοθεί στον αθλητή παραπάνω από το συνηθισμένο χρόνος ανάληψης με απώτερο σκοπό την πλήρωση (κάποιες φορές ακόμα και υπερπλήρωση) των ενεργειακών αποθεμάτων αλλά και πλήρη αποκατάσταση από την ασκησιογενή φλεγμονή. Η πρακτική του φορμαρίσματος αποτελεί μια ευρέως διαδεδομένη προπονητική προσέγγιση η οποία είναι καθ’ όλα τεκμηριωμένη και αποδεκτή από την επιστημονική κοινότητα. Η μελέτη του φορμαρίσματος και των επιδράσεων του εκτείνεται σε όλο το φάσμα του αθλητισμού τόσο σε ατομικά αγωνίσματα (MUJKA, 2011) όσο και σε ομαδικά αγωνίσματα (Adrien Vachon, 2020). Ο συνδυασμός των δυο παραπάνω μεθόδων λοιπόν είναι αυτός που θα οδηγήσει στη βέλτιστη αθλητική απόδοση. Ειδικότερα έχει διαπιστωθεί ερευνητικά (A. Coutts, 2007) ότι όταν συνδυάζονται οι προσεγγίσεις της υπερφόρτωσης και του φορμαρίσματος παρατηρείται βελτίωση σε τομείς όπως είναι η μέγιστη δύναμη αλλά και βελτίωση βιοχημικών παραμέτρων που είχαν επιδεινωθεί κατά τη περίοδο της υπερφόρτωσης. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές τονίζουν ότι η

υπερπλήρωση που παρουσιάζεται κατά τη περίοδο του φορμαρίσματος οφείλεται σε αυξημένη αναβολική δραστηριότητα αλλά και μείωση της ιστικής βλάβης που προκαλείται από τα υποκείμενα φορτία (A. Coutts, 2007). Η εναλλαγή των δυο παραπάνω μεθόδων είναι ιδιαιτέρως σημαντική για τα ομαδικά αθλήματα καθώς οι αθλητές θα πρέπει να έχουν υψηλή απόδοση σε τακτά χρονικά διαστήματα. Σύμφωνα με τη ερευνητική βιβλιογραφία προτείνεται μια περίοδος μιας με δυο εβδομάδων κατά την οποία ο προπονητική επιβάρυνση θα μειωθεί σε ένα ποσοστό 41–60% έτσι ώστε να οδηγηθεί ο αθλητής στα επιθυμητά επίπεδα απόδοσης (LAURENT BOSQUET, 2007).

Προπόνηση με αντιστάσεις

Η προπόνηση με αντιστάσεις αποτελεί ίσως την πιο διαδεδομένη μορφή άσκησης στο χώρο του αθλητισμού. Η ερευνητική βιβλιογραφία σχετικά με τη συγκεκριμένη μορφή άσκησης είναι κάτι παραπάνω από εκτενής. Τις τελευταίες δεκαετίες η προπόνηση με αντιστάσεις αποτελεί βασικό πυλώνα του προπονητικού πλάνου στα ομαδικά αθλήματα. Ειδικότερα για το άθλημα της καλαθοσφαίρισης τα οφέλη της παρατηρούνται σε τομείς της αθλητικής απόδοσης που έχουν να κάνουν με τη παραγωγή ισχύος όπως το κάθετο άλμα (Santos & Janeira, 2002) ,η ικανότητα επαναλαμβανόμενων σπριντ (Oliver Gonzalo-Skok, 2004).

Καρδιακή συχνότητα(ΚΣ)

Η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας όπως προαναφέρθηκε αποτελεί μια προσιτή ,από άποψη παρεμβατικότητας, μέθοδο αξιολόγησης της φυσιολογικής κατάστασης του αθλητή αλλά και παρακολούθησης της πορείας του προπονητικού πλάνου.

Παρόλο που πρόκειται για μια μέτρηση απλή, υπάρχουν πολλές παράμετροι της

αρκετά δύσκολες στην εξαγωγή, στην κατανόηση αλλά και στην ερμηνεία τους όσον αφορά τα προπονητικά δεδομένα. Ιδιαίτερη επιστημονική έμφαση έχει δοθεί στη μέτρηση της καρδιακής συχνότητας κατά την άσκηση (ΚΣΑ) αλλά και κατά την ηρεμία (ΚΣΗ). Η ΚΣΗ αποτελεί μια μορφή αξιολόγησης της ετοιμότητας του αθλητή για προπόνηση (readiness to perform) καθώς και της γενικότερης φυσικής του κατάστασης και ευζωίας (fitness and wellbeing, ενώ η ΚΣΑ αποτελεί μορφή αξιολόγησης κυρίως της αερόβιας ικανότητας (Buchheit, 2014). Ειδικότερα για την ΚΣΑ έχει διαπιστωθεί ότι λόγω της σημαντικής συσχέτισης που παρατηρείται με τη πρόσληψη οξυγόνου, μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με το επίπεδο φυσικής κατάστασης των αθλητών, και ως εκ τούτου να ρυθμιστεί αναλόγως και η ένταση της προπόνησης, τόσο σε συνεχόμενης φύσης άσκηση (Buchheit, 2014) όσο και σε διαλειμματικής φύσης άσκηση (S. D. M. Bot, 2010). Η παραπάνω ιδιότητα κρίνεται ιδιαίτερος σημαντική στα ομαδικά αθλήματα καθώς λόγω του αυξημένου αριθμού αθλητών δίνεται η δυνατότητα για όσο το δυνατόν καλύτερη εξατομίκευση του ερεθίσματος.

Μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ)

Μια άλλη ενδιαφέρουσα παράμετρος της καρδιακής συχνότητας είναι η μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας. Πρόκειται για μια χρονική διαφοροποίηση μεταξύ συνεχόμενων καρδιακών παλμών (S.-C. MIRESCU, 2012). Το συγκεκριμένο φαινόμενο αποτελεί ένδειξη της ανταπόκρισης του αυτόνομου νευρικού συστήματος στο ερέθισμα που υπάγεται. Εν αντιθέσει με τη ΚΣΗ η οποία παραμένει σχετικά σταθερή παρά τις όποιες αλλαγές στα προπονητικά ερεθίσματα, η ΜΚΣ δείχνει σημαντική διαφοροποίηση (Esco & Flatt, 2014). Για να υπάρξει μια καλύτερη ανάλυση της ΜΚΣ έχουν βρεθεί οι παρακάτω 3 κατηγορίες-πεδία ποσοτικοποίησης της ΜΚΣ (S.-C. MIRESCU, 2012):

- 1) **Χρονικό πεδίο (time domain).** Σε καθορισμένο χρόνο όπου μετράται η καρδιακή συχνότητα μετρώνται επίσης και τα διαστήματα μεταξύ αλληπάλληλων καρδιακών παλμών δίνοντας έτσι τη δυνατότητα για να εξαχθούν διάφορες στατιστικές παράμετροι από την ανάλυση των διαστημάτων αυτών (Ş.-C. MIRESCU, 2012; THALANGE, 2010)
- 2) **Πεδίο συχνότητας (frequency domain).** Εδώ χρησιμοποιείται φασματική ανάλυση της καρδιακής συχνότητας έτσι ώστε να διαπιστωθεί η συνεισφορά του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Αποτελεί μια ευαίσθητη αλλά και μη παρεμβατική μέθοδο αξιολόγησης του ελέγχου του καρδιαγγειακού συστήματος (Ş.-C. MIRESCU, 2012; SZTAJEL, 2004)
- 3) **Μη γραμμικό πεδίο (non-linear domain).** Η συγκεκριμένη ανάλυση βασίζεται στη θεωρία του χάους και η εξαγωγή της γίνεται μέσω σύνθετων μαθηματικών μοντέλων. Η μορφή ανάλυσης αυτή φαίνεται να μπορεί να εντοπίσει μη κανονικά μοτίβα της διακύμανσης των διαστημάτων μεταξύ των καρδιακών παλμών (RR interval) σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους ανάλυσης της ΜΚΣ (Ş.-C. MIRESCU, 2012; SZTAJEL, 2004).

Με βάση τα 3 παραπάνω πεδία γίνεται και ένας περαιτέρω διαχωρισμός των δεδομένων που εξάγονται από τη ΜΚΣ όσον αφορά το διάστημα μέτρησης, δίνοντας 2 μεγάλες υποκατηγορίες (Task Force of the European Society of Cardiology, 1996):

A) βραχυπρόθεσμες καταγραφή της τάξεως των 5 λεπτών κάτω από σταθερές φυσιολογικές συνθήκες και με τη χρήση μεθόδων ανάλυσης του πεδίου συχνότητας

B) 24ωρη καταγραφή και επεξεργασία μέσω μεθόδων ανάλυσης του χρονικού πεδίου

Ο πιο δημοφιλής δείκτης της ΜΚΣ φαίνεται να είναι η τετραγωνική ρίζα του μέσου όρου της διαφοράς μεταξύ συνεχόμενων καρδιακών παλμών (RMSSD) και αποτελεί ένα δείκτη αξιολόγησης της ΜΚΣ εξαρτώμενο από το χρόνο (GARY G. BERNTSON, 2005). Ο εν λόγω δείκτης είναι ευαίσθητος σε υψηλής συχνότητας διακυμάνσεις της καρδιακής συχνότητας και για αυτό έχει θεωρηθεί αντιπροσωπευτικός του κολπικού καρδιακού τόνου (GARY G. BERNTSON, 2005). Άλλοι σημαντικοί δείκτες είναι η σταθερή απόκλιση μεταξύ των κανονικών διαστημάτων που μεσολαβούν των καρδιακών παλμών (SDNN) που είναι και αυτός χρονοεξαρτώμενος δείκτης, αλλά και ο δείκτης SD1 που υπάγεται στην κατηγορία των δεικτών μη γραμμικού πεδίου. Όπως είναι φανερό η αξιολόγηση της ΜΚΣ είναι μια διαδικασία με πλήθος δύσκολων διαδικασιών.

ΜΚΣ κατά την άσκηση

Οι πληροφορίες που εξάγονται από την ανάλυσή της ΜΚΣ δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για το πώς επιδρούν στην ισορροπία συμπαθητικού-παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος, τα πολλαπλά ερεθίσματα που δέχεται ένας αθλητής. Αποτελεί ένα δείκτη που είναι ευαίσθητος τόσο σε θετικές αλλά και αρνητικές προσαρμογές της προπονητικής διαδικασίας (Halsen, 2014; Daniel J. Plews, 2013). Τα ευρήματα για την επίδραση που υφίσταται η ΜΚΣ ύστερα από συγκεκριμένες δομημένες προπονητικές παρεμβάσεις είναι επίσης άκρως σημαντικά. Το μοτίβο της αύξησης της προπονητικής επιβάρυνσης για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και η επίδρασή του έχει μελετηθεί αρκετά. Το διάστημα των 2 εβδομάδων αύξησης του προπονητικού όγκου φαίνεται ότι αποτελεί παράγοντα για μείωση της παρασυμπαθητικής λειτουργίας όπως αυτή παρουσιάζεται μέσω της ΜΚΣ (Olivier

Dupuy, 2013; Andrew A. Flatt, 2016) αν και έχουν σημειωθεί και αντικρουόμενες ερευνητικά απόψεις (Yann Le Meur, 2013). Οι όποιες διαφοροποιήσεις παρατηρούνται έχουν να κάνουν κυρίως με το πληθυσμό που συμμετείχε στην έρευνα (αθλητικό επίπεδο, άθλημα) αλλά και τον τρόπο μέτρησης της ΜΚΣ όσον αφορά τη χρονικό διάστημα (αμέσως μετά το ξύπνημα, κατά τη διάρκεια του ύπνου), τη συχνότητα (καθημερινές μετρήσεις, μέτρηση μια φορά την εβδομάδα) αλλά και τη θέση μέτρησης (καθιστός, ύπτια κατάκλιση). Στατιστικά σημαντική ευαισθησία δεικτών της ΜΚΣ έχει διαπιστωθεί σε ατομικά αθλήματα όπως είναι η άρση βαρών (Chen, et al., 2011), η κολύμβηση (Julian Koenig, 2014) και αγωνίσματα αντοχής (Pichot, Roche, Gaspoz, & Barthelemy, 2000). Όσον αφορά το άθλημα της καλαθοσφαίρισης η πολυδιάστατη φύση του φαίνεται ότι επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό αυτόνομο νευρικό σύστημα. Σε έρευνα που συνέκρινε την απόκριση του αυτόνομου νευρικού συστήματος μεταξύ αθλητών καλαθοσφαίρισης κολεγιακού επιπέδου και συνομήλικων τους δραστήριων ατόμων, βρέθηκε βελτιωμένη απόκριση του αυτόνομου νευρικού συστήματος ύστερα από έντονο πρωτόκολλο ελέγχου της αερόβιας ικανότητας (Michael R. Esco, 2011). Παρά το γεγονός ότι λόγω της ανομοιογένειας μεταξύ των συγκρινόμενων δειγμάτων (αθλητές και μη αθλητές), οι ερευνητές της συγκεκριμένης μελέτης φτάνουν σε μια λογική κατά πως φαίνεται εικασία. Ο τύπος της επαναλαμβανόμενης δραστηριότητας που είναι κομβικός για τη καλαθοσφαίριση (δηλαδή οι έντονες προσπάθειες υψηλής ισχύος σε ένα διαλειμματικό μοτίβο) οδηγεί σε σημαντική βελτίωση του καρδιαγγειακού-αυτόνομου νευρικού συστήματος (Michael R. Esco, 2011). Σε πρόσφατη έρευνα όπου εξετάστηκε η ΜΚΣ σε γυναικεία ομάδα καλαθοσφαίρισης σε συνθήκες αγώνα αλλά και κατά τη διάρκεια μια αξιολόγησης πεδίου για την αερόβια ικανότητα (YO-YO Intermittent test 1), διαπιστώθηκε ότι η δοκιμασία πεδίου παρότι μικρότερης

διάρκειας οδήγησε σε μεγαλύτερη μείωση την απόκριση του αυτόνομου νευρικού συστήματος (Cesar C C Abad, 2016). Σε μια άκρως ενδιαφέρουσα έρευνα όπου εξετάστηκε η απόκριση του αυτόνομου νευρικού συστήματος στο διάστημα μεταξύ 2 έντονων πρωτοκόλλων με άλματα, παρατηρήθηκε πτώση στις τιμές της MKΣ στο διάστημα που επιλέχθηκε από τους ερευνητές (5 λεπτά) (Anderson Pontes Morales, 2014). Πιο συγκεκριμένα οι ερευνητές αναφέρουν ότι το διάστημα των 5 λεπτών δεν φαίνεται να είναι αρκετό για την ενεργοποίηση του παρασυμπαθητικού συστήματος και ως εκ τούτου οδηγήθηκαν οι ασκούμενοι στην επόμενη διαδικασία αλμάτων με μεγαλύτερη κόπωση (Anderson Pontes Morales, 2014). Τα παραπάνω ερευνητικά δεδομένα φαίνεται να οδηγούν την ερευνητική κοινότητα σε ένα ασφαλές συμπέρασμα ότι η υψηλής ισχύος ενέργειες που συναντώνται στη καλαθοσφαίριση έχουν επίπτωση στην ισορροπία μεταξύ συμπαθητικού και παρασυμπαθητικού συστήματος. Η διαταραχή στην ισορροπία αυτή όμως δεν είναι πάντα έκδηλη μέσω της MKΣ στα ομαδικά αθλήματα. Ειδικότερα στο άθλημα του ποδοσφαίρου σε μια σειρά ερευνών (Thorpe, Strudwick, Buchheit, Atkinson, Drust, & Gregson, 2016; Thorpe, Atkinson, Drust, & Gregson, 2017) δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις αλλαγές της MKΣ κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων διαστημάτων της αγωνιστικής περιόδου. Το παραπάνω εύρημα μπορούμε να πούμε ότι επιβεβαιώνεται και από πρόσφατη έρευνα στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης διαπιστώθηκε ότι σε μια αγωνιστική σεζόν παρατηρήθηκαν διαφορετικά μοτίβα απόκρισης της MKΣ ,και ως εκ τούτου απόκρισης στα προπονητικά ερεθίσματα, μεταξύ των συμμετεχόντων (Jordi Moreno, 2015). Οι παραπάνω έρευνες δείχνουν ότι η συνταγογράφηση των γενικευμένων προπονητικών δεδομένων σε ένα ομαδικό άθλημα είναι μια διαδικασία δύσκολη που ελλοχεύει κινδύνους. Όμως δεν θα πρέπει να παραβλέψουμε το γεγονός ότι η ανομοιογένεια που εμφανίζεται στη MKΣ σε μεγάλα σύνολα πληθυσμού (π.χ

όλοι οι παίκτες μιας ομάδας) ίσως οδηγήσει σε δημιουργία μικρότερων υποσυνόλων (π.χ παίκτες που παίζουν στην ίδια θέση) έτσι ώστε να υπάρχει καλύτερη χρησιμοποίηση των δεδομένων της ΜΚΣ που θα οδηγήσουν σε μεγαλύτερη εξατομίκευση του ερεθίσματος και διαχείρισης των προπονητικών επιβαρύνσεων.

Μεθοδολογία έρευνας

Στην παρούσα εργασία συμμετείχαν 12 αθλητές της ανδρικής επαγγελματικής ομάδας ΓΣ ΚΥΜΗ (ηλικία: 25.8 ± 2.3 , ύψος: 197.4 ± 1.7 , βάρος: 98.2 ± 2.7) η οποία συμμετείχε στο πρωτάθλημα καλαθοσφαίρισης της πρώτης κατηγορίας της Ελλάδας (Basket League) κατά την αγωνιστική περίοδο 2018-2019. Η ερευνητική διαδικασία έλαβε χώρα κατά τη χρονική περίοδο Μαρτίου-Απριλίου 2019. Οι συμμετέχοντες αθλητές αφού ενημερώθηκαν πλήρως για την ερευνητική διαδικασία έδωσαν την έγγραφη συγκατάθεσή τους για συμμετοχή σε αυτή.

Κριτήρια μη συμμετοχής σε μέτρηση-αποχώρησης από την έρευνα

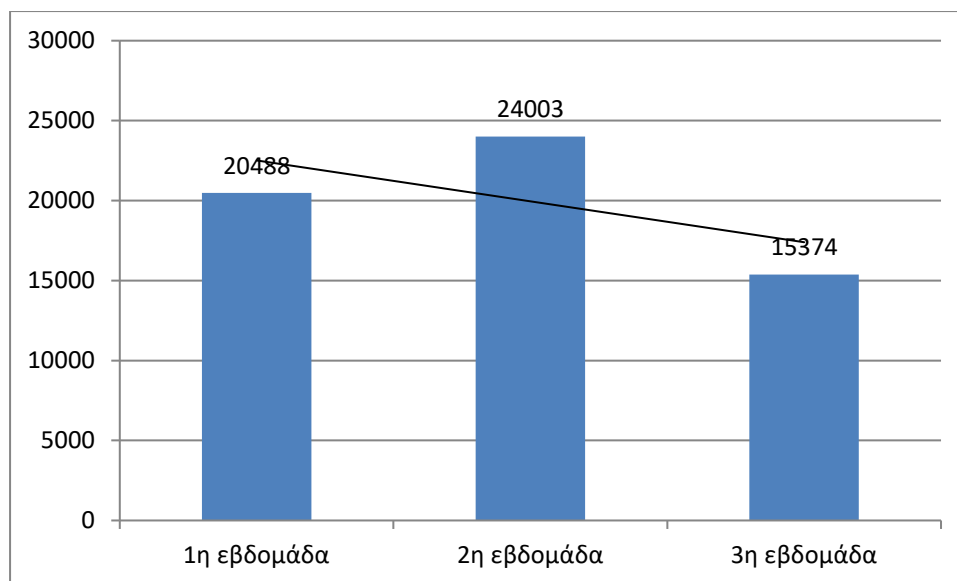
Σε περίπτωση τραυματισμού και ύστερα από την υπόδειξη του ιατρικού επιτελείου ότι ο εν λόγω παίκτης δεν μπορεί να συμμετάσχει τουλάχιστον στην τελευταία προπόνηση πριν τον αγώνα αλλά και στον ίδιο τον αγώνα, η μέτρηση του συγκεκριμένου αθλητή δεν λάμβανε χώρα. Σε περίπτωση επίσης που ο οργανισμός αποφάσιζε να τερματίσει τη συνεργασία με κάποιον αθλητή κατά τη διάρκεια της έρευνας και μην έχοντας ολοκληρώσει όλες τις μετρήσεις, τα δεδομένα του αθλητή δεν λαμβάνονταν υπόψη.

Προπονητικό πρόγραμμα αντιστάσεων

Το πρόγραμμα αντιστάσεων είχε διάρκεια 3 εβδομάδων και εκτελούνταν 2 φορές την εβδομάδα (Τρίτη πρωί και Πέμπτη πρωί) σε ξεχωριστή προπονητική μονάδα που απείχε χρονικά από την απογευματινή προπόνηση 8 ώρες. Κριτήριο μη συμμετοχής

στην προπονητική μονάδα αποτελούσε μόνο η περίπτωση τραυματισμού. Ύστερα από το τέλος της προπονητικής μονάδας υπολογίζονταν ο συνολικός προπονητικός όγκος της ημέρας για όλους τους αθλητές αλλά και ο μέσος προπονητικός όγκος της μέρας. Στο τέλος της εβδομάδας προσθέτοντας τους μέσους προπονητικούς όγκους των 2 ημερών γινόταν εξαγωγή του αθροίσματος αυτών (σχήμα 1) , μέγεθος που χρησιμοποιήθηκε για την διαχείριση των φορτιών κατά τη βδομάδας της υπερφόρτωσης και αργότερα του φορμαρίσματος. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος υπήρξε αύξηση του προπονητικού όγκου από τη πρώτη στη δεύτερη βδομάδα της τάξεως του 17%, η οποία ακολουθήθηκε από μια μείωση της τάξεως του 26% από τη δεύτερη εβδομάδα στην τρίτη. Οι ασκήσεις που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

1 ^η μέρα	2 ^η μέρα
Οπισθολαίμιο κάθισμα με μπάρα σε κουτί (box squat)	Εκρηκτική πίεση ώμων με μπάρα (push press)
Ρουμάνικες άρσεις θανάτου (Rdl)	Άρσεις θανάτου (deadlift)
Πιέσεις στήθους με αλτήρες σε επικλινή πάγκο (incline dumbbell bench press)	Πιέσεις στήθους με αλτήρα σε πάγκο (single arm dumbbell bench press)
Κωπηλατική με αλτήρα (single arm dumbbell row)	Οριζόντια κωπηλατική με μπάρα (bent-over row)
Πλάγιες άρσεις με αλτήρες (lateral raises)	Κάμψεις δικεφάλων με μπάρα (Bicep curls)
Εκτάσεις τρικέφαλων με μπάρα (triceps extensions)	



(σχήμα 1): εβδομαδιαίοι προπονητικοί όγκοι

Μέτρηση της ΜΚΣ

Οι αθλητές παραλάμβαναν τους πομπούς ύστερα από το πέρας της τελευταίας πριν τον αγώνα προπόνησης (προπόνηση-Παρασκευή βράδυ, αγώνας-Σάββατο) και τους παρέδιδαν το πρωί της ημέρας του αγώνα. Η μέτρηση της ΜΚΣ γινόταν κατά τη διάρκεια του βραδινού ύπνου κατά το στάδιο του βαθύ ύπνου (deep sleep stage-SWS). Η ανάλυση των δεδομένων έγινε μέσω του συστήματος Kubios Software HRV Standard 3.4.1 (University of Kuopio, Kuopio, Finland).

Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση των επιδράσεων των 3 χρονικών σημείων μέτρησης που έγιναν για τη ΜΚΣ χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο της ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA). Ο περαιτέρω διαχωρισμός όσον αφορά τις θέσεις των παικτών (παίκτες ρακέτας-παίκτες περιφερειακοί) χρησιμοποιήθηκε σε μια περαιτέρω πολυπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης (MANOVA), όπου εξετάστηκαν τόσο η θέση του αθλητή αλλά και το χρονικό σημείο μέτρησης. Η ανάλυση έγινε μέσω του προγράμματος Statistical Package for Social Sciences (SPSS, ver 23.0, International Business Machine Corporation, New York, US).

Αποτελέσματα

Μέσω της ανάλυσης διακύμανσης ANOVA δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε δείκτες του χρονικού πεδίου, πεδίου συχνότητας και μη γραμμικού πεδίου κατά τα 3 χρονικά σημεία μέτρησης.

Χρονικό πεδίο

RMSSD: $F(2, 1730)=64898.832$, $p>0.05$

SDNN: $F(2, 0.252)=346.802$, $p>0.05$

HRV: $F(2, 0.968)=61.242$, $p>0.05$

Πεδίο συχνότητας

Stress Index: $F(2, 0.392)=6571.32$, $p>0.05$

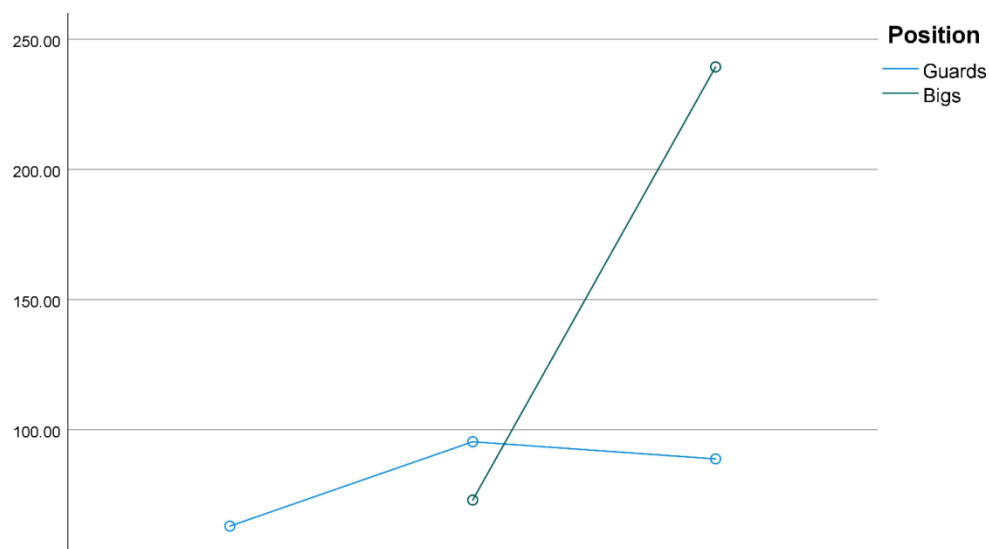
LF_HF: $F(2, 1.531)= 0.845$, $p>0.05$

Μη γραμμικό πεδίο

Poincare SD2_SD1: $F(2, 0.524)=0.035$, $p>0.05$

Δείκτης χρονικού πεδίου SDNN

Κατά την ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης MANOVA όπου λήφθηκε υπόψη η θέση του αθλητή σε συνδυασμό με το χρονικό σημείο μέτρησης βρέθηκε μια στατιστικά σημαντική διαφορά στο δείκτη SDNN του χρονικού πεδίου, $F(1, 6.400)=20651.775$, $p=0.03 < 0.05$. Ειδικότερα σε μια περαιτέρω εκτίμηση των παραμέτρων βρέθηκαν στατιστικά σημαντική διαφορά $p=0.024$ μεταξύ ψηλών και περιφερειακών παικτών και μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του 3^{ου} σημείου μέτρησης (φορμάρισμα) και του 2^{ου} (φάση φόρτωσης), $p=0.007$ (σχήμα 2).



(σχήμα 2): Δείκτης SDNN σε συνάρτηση με τη θέση του αθλητή και το χρονικό σημείο μέτρησης

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της έρευνας ήταν να διαπιστώσει: α) εάν μια δομημένη προπονητική παρέμβαση ενός προγράμματος με αντιστάσεις διάρκειας 3 εβδομάδων θα επηρέαζε δείκτες της ΜΚΣ και β) εάν η θέση που αγωνίζεται ο αθλητής θα μπορούσε να έχει κάποια επίδραση σε δείκτες της ΜΚΣ. Παρά το γεγονός ότι δεν διαπιστώθηκαν ευρήματα στατιστικώς σημαντικά για τα τις παραπάνω την πρώτη υπόθεση μεμονωμένα, υπήρξε μια στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση του δείκτη SDNN της ΜΚΣ μεταξύ των 2 υποομάδων (περιφερειακοί και ψηλοί) αλλά και μεταξύ των της 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης.

Όσον αφορά τον πρώτο στόχο της έρευνας δηλαδή την εξέταση της επίδρασης μια δομημένης προπονητικής παρέμβασης σε δείκτες της ΜΚΣ, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η έρευνα αυτή ενίσχυσε ακόμα περισσότερο την άποψη που υφίσταται στα ομαδικά αθλήματα και υποστηρίζει ότι η ΜΚΣ δεν ανταποκρίνεται σε σημαντικό βαθμό στις αυξομειώσεις της προπονητικής επιβάρυνσης. Σε μια παρόμοια έρευνα από το χώρο του ποδοσφαίρου (Thorpe, Strudwick, Buchheit, Atkinson, Drust, & Gregson, 2016) βλέπουμε παρόμοια ευρήματα όσον αφορά την αδυναμία συσχέτισης διαφοροποίησης των προπονητικών επιβαρύνσεων και της ΜΚΣ, παρά τις διαφορές στη μεθοδολογία μέτρησης, στην καταγραφή της προπονητικής επιβάρυνσης αλλά και στο ίδιο το άθλημα. Θα μπορούσε να ειπωθεί για τη παρούσα μελέτη ότι δεν

υπήρξε κάποια περαιτέρω αξιολόγηση, πλην της καταγραφής του προπονητικού όγκου, για το επίπεδο υπερφόρτωσης και φορμαρίσματος που έφτασαν οι αθλητές κατά τη 2^η και 3^η εβδομάδα αντίστοιχα όπως έγινε σε άλλη έρευνα (Clint R. Bellenger, 2017).

Οι αλλαγές που λαμβάνουν χώρα κατά την αγωνιστική περίοδο δεν βρίσκονται πάντα στη διακριτική ευχέρεια του επιστήμονα της άσκησης όσον αφορά την διαχείριση του προπονητικού φορτίου. Το τεχνικοτακτικό κομμάτι κατά την αγωνιστικής περιόδου ενός ομαδικού αθλήματος αποτελεί κύρια προπονητική επιδίωξη και καταλαμβάνει δικαιωματικά το μεγαλύτερο μέρος του προπονητικού πλάνου. Οι φυσιολογικές επιδράσεις των διάφορων προπονητικών παρεμβάσεων στο τεχνικοτακτικό μέρος είναι έντονες (Jaime Sampaio, 2009) και οποιαδήποτε σημαντική διαφοροποίηση προκαλεί όπως είναι λογικό διαφοροποίηση στον εβδομαδιαίο προπονητικό όγκο. Για το λόγο αυτό προτιμήθηκε μια προπονητική παρέμβαση όπως είναι η άσκηση με αντιστάσεις, όπου είναι σχετικά εύκολο να υπάρχει μια αντικειμενική αξιολόγηση του προπονητικού φορτίου από τον επιστήμονα της άσκησης. Παρότι υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που στηρίζουν το γεγονός της ευαισθησίας δεικτών της ΜΚΣ στις δομημένες αλλαγές του προπονητικού φορτίου (Andrew A. Flatt, 2016; Yann Le Meur, 2013) τα ευρήματα αυτά δεν φαίνεται να επιβεβαιώνονται αυτούσια στην παρούσα μελέτη. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι όταν λήφθηκε υπόψη η θέση που αγωνίζεται ο αθλητής υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά στον δείκτη SDNN του χρονικού πεδίου. Παρότι δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση κάποιου άλλου δείκτη σε κάποιο από τα άλλα πεδία ανάλυσης της ΜΚΣ (πεδίο συχνότητας, μη γραμμικό πεδίο) γεγονός που καθιστά δύσκολη την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι επιβεβαιώνεται η επικρατούσα άποψη ότι η αξιολόγηση της ΜΚΣ είναι ένα μέγεθος άκρως

εξατομικευμένο. Τα δεδομένα της συγκεκριμένης έρευνας έρχονται σε συμφωνία με πρόσφατη έρευνα (Jordi Moreno J. R.-C., 2015) όπου διαπιστώθηκε υψηλή μεταβλητότητα στο προφίλ διαχείρισης των προπονητικών επιβαρύνσεων κατά τη διάρκεια μιας αγωνιστικής περιόδου στη 2^η τη τάξει επαγγελματική κατηγορία της Ισπανίας.

Η παρούσα έρευνα είναι η πρώτη που ερευνητικά τονίζει την ύπαρξη διαφορετικών μοτίβων διαχείρισης των προπονητικών επιβαρύνσεων, με βάση την αξιολόγηση της ΜΚΣ, μέσα σε υποσύνολα της ίδιας της ομάδας (περιφερειακοί-ψηλοί παίκτες). Καταλήγοντας, θα πρέπει να υπάρξει περισσότερη έρευνα στον τομέα των ομαδικών αθλημάτων έτσι ώστε να υπάρξει ακόμα καλύτερη κατανόηση μέσω της ΜΚΣ στο πως διαχειρίζονται οι αθλητές τα ερεθίσματα που δέχονται με βάση τη θέση που αγωνίζονται αλλά και τη χρονική περίοδο που βρίσκονται μέσα στην αγωνιστική χρονιά.

Βιβλιογραφία

A. Coutts, P. R. (2007). *Changes in Selected Biochemical, Muscular Strength, Power, and Endurance Measures during Deliberate Overreaching and Tapering in Rugby League Players*. Journal of Sports Medicine.

Adrien Vachon, N. B.-B. (2020). *Effects of tapering on neuromuscular and metabolic fitness in team sports: a systematic review and meta-analysis*. European Journal of Sport Sciences.

Akubat, I. B. (2014). *Integrating the internal and external loads in soccer*. International Journal of Sports Physiology Performance.

Anderson Pontes Morales, F. S.-J. (2014). *Heart Rate Variability Responses in Vertical Jump Performance of Basketball Players*. International Journal of Sports Science.

Andrew A. Flatt, B. H. (2016). *Heart rate variability and psychometric responses to overload and tapering in collegiate sprintswimmers*. Journal of Science and Medicine in Sport.

BJ, N. (1982). *Clinical applications of perceived exertion*. Medicine and Science in Sports and Exercise.

Borg, G. A. (1982). *Psychophysical bases of perceived exertion*. Medicine & Science in Sports & Exercise.

Buchheit, M. (2014). *Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome?* Frontiers in Physiology.

Cesar C C Abad, L. A. (2016). *Heart rate and heart rate variability response to Yo-Yo test and simulated match in young female basketball athletes: A comparative study*. International Journal of Performance Analysis in Sport.

Chen, J., Yeh, D., Lee, J., Huang, C., Lee, S., Chen, C., και συν. (2011). *Parasympathetic nervous activity mirrors recovery status in weightlifting performance after training*. Journal of Strength and Conditioning.

Clint R. Bellenger, R. L. (2017). The effect of functional overreaching on parameters of autonomic heart rate regulation. *European Journal of Applied Physiology* .

Daniel J. Plews, P. B. (2013). *Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athlete: Opening the door for Effective Monitoring*. Journal of Sports Medicine.

Dionne Matthew, A. D. (2009). *Heart rate, blood lactate concentration, and time–motion analysis of female basketball players during competition*. Journal of Sport Sciences.

DRINKWATER, E., LAWTON, T., LINDSELL, R., PYNE, D., HUNT, P., & MCKENNA, M. (2005). *TRAINING LEADING TO REPETITION FAILURE ENHANCES BENCH PRESS STRENGTH GAINS IN ELITE JUNIOR ATHLETES*. Journal of Strength and Conditioning Research.

Emilija Stojanović, N. S. (2017). *The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review*. Journal of Sports Medicine.

Esco, M., & Flatt, A. (2014). *Ultra-short-term heart rate variability indexes at rest and post-exercise in athletes: evaluating the agreement with accepted recommendations*. Journal of Sport Science and Medicine.

Fabian W. Otte, S. K. (2019). *Skill Training Periodization in “Specialist” Sports Coaching—An Introduction of the “PoST” Framework for Skill Development*. Frontiers in Sport and Active Living.

- Garcia-Tabar, I., Llodio, I., Sánchez-Medina, L., Ruesta, M., Ibañez, J., & Gorostiaga, E. M. (2015). *Heart Rate–Based Prediction of Fixed Blood Lactate Thresholds in Professional Team-Sport Players*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- GARY G. BERNTSON, D. L.-J. (2005). *Filter properties of root mean square successive difference (RMSSD) heart rate*. Society for psychophysiological Research.
- GG Haff, N. T. (2015). *Essentials of Strength and Conditioning*. Human Kinetics.
- Haff, G., & Triplett, N. (2015). *Essentials of Strength Training and Conditioning, 4th ed*. Human Kinetics: Champaigne.
- Halsen, S. L. (2014). *Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes*. *Journal of Sports Medicine*.
- Jack H. Willmore, D. L. (2006). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics.
- Jaime Sampaio, C. A. (2009). Power, heart rate and perceived exertion responses to 3x3 and 4x4 basketball small sided games. *Revista de Psicología del Deporte* .
- Jared W. Coburn, M. H. (2011). *Essentials of Personal Training*. Human Kinetics.
- Johannes Scherr, B. W. (2013). *Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity*. *European Journal of Applied Physiology*.
- JORDAN L. FOX, A. T. (2017). *A Review Of Player Monitoring Approaches In Basketball: Current Trends and Future*. *Journal of Strength and Conditioning*.
- Jordi Moreno, J. R.-C. (2015). *Individual Recovery Profiles in Basketball Players*. *Spanish Journal of Psychology*.
- Jordi Moreno, J. R.-C. (2015). *Individual Recovery Profiles in Basketball Players*. *The Spanish Journal of Psychology* .

- Julian Koenig, M. N. (2014). *Heart Rate Variability and Swimming*. Sports Medicine.
- LAURENT BOSQUET, J. M. (2007). *Effects of Tapering on Performance: A Meta Analysis*. Medicine & Science in Sports and Exercise.
- M. I. Lambert, Z. H. (1998). *Heart rate during training and competition for longdistance running*. Journal of Sport Sciences.
- Matthew R. Rhea, B. L. (2004). *A Meta-Analysis of Periodized versus Nonperiodized Strength and Power Training Programs*. Research Quarterly of Sport and Exercise .
- Michael R. Esco, H. N. (2011). *Cardiovascular Autonomic Modulation in Collegiate Male Basketball Players*. Journal of Exercise Physiology.
- Moir G, S. R. (2007). *The effect of periodized resistance training on accelerative sprint performance*. Journal of Sport Biomechanics.
- Montgomery, P., Pyne, D., Cox, A., Hopkins, W., Minahan, C., & Hunt, P. (2008). *Muscle damage, inflammation, and recovery interventions during a 3-day basketball tournament*. European Journal of Sport Science.
- MUJIK, I. (2011). *Tapering for triathlon competition*. Journal of Human Sport and Exercise.
- NUNO F. MATOS, R. J. (2011). *Prevalence of Nonfunctional Overreaching/Overtraining in Young English Athletes*. Medicine and Science in Sport & Exercie.
- Oliver Gonzalo-Skok, J. T.-F.-S.-A.-V. (2004). *Improvement of Repeated-Sprint Ability and Horizontal-Jumping Performance in Elite Young Basketball Players With Low-Volume Repeated-Maximal-Power Training*. International Journal of Sports Physiology and Performance.

Olivier Dupuy, L. B. (2013). *Night and postexercise cardiac autonomic control in functional overreaching*. Applied Physiology Nutrition and Metabolism.

Pichot, V., Roche, F., Gaspoz, J., & Barthelemy, J. (2000). *Relation between heart rate variability and training load in middle distance runners*. Journal of Medical Science and Sports Exercise.

RHT, E. (1983). *Biochemical basis of fatigue in exercise performance*. Champaign: Human Kinetics.

S. D. M. Bot, A. H. (2010). *The relationship between heart rate and oxygen uptake during non-steady state exercise*. Journal of Ergonomics.

Ş.-C. MIRESCU, S. H. (2012). *NONLINEAR DYNAMICS METHODS FOR ASSESSING HEART RATE VARIABILITY IN PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFRACTION*. Romanian Journal of Biophysics.

Santos, E. J., & Janeira, M. A. (2002). *The Effects of Resistance Training on Explosive Strength Indicators in Adolescent Basketball Players*. Journal of Strength and Conditioning Research.

Schelling, X., Calleja-Gonzalez, J., Torres-Rinda, L., & Terrados, N. (2015). *Using testosterone and cortisol as biomarker for training individualization in elite basketball: A 4-year follow-up study*. Journal of Strength and Conditioning.

Steven J Fleck, W. J. (2004). *Designing Resistance Training Programs*. Human Kinetics.

Strath SJ, S. A. (2000). *Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity*. Medicine and Science in Sports and Exercise.

SZTAJEL, J. (2004). *Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system*. Swiss Medical weekly.

Task Force of the European Society of Cardiology, t. N. (1996). *Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use*. American Heart Association.

THALANGE, A. R. (2010). *HRV analysis of arrhythmias using linear – nonlinear parameters*. Journal of Computer Applications.

Thorpe, R., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). *Monitoring fatigue status in elite team sport athletes: Implications for practice*. International Journal of Sports Physiology.

Thorpe, R., Strudwick, A., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2016). *Tracking morning fatigue status across in-season training weeks elite soccer players*. International Journal of Sports Physiology.

Toby Edwards, T. S. (2018). *Monitoring and Managing Fatigue in Basketball*. MDPI sports.

Tyler D. Williams, D. V. (2017). *Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis*. Journal of Sports Medicine.

Vahid Sari-Sarraf, T. R. (2007). *The effects of single and repeated bouts of soccer-specific exercise on salivary IgA*. Archives of Oral Biology.

Yann Le Meur, A. P. (2013). *Evidence of Parasympathetic Hyperactivity in Functionally Overreached Athletes*. Medicine & Science in Sport & Exercise.